

Petunjuk pemilihan kabel tegangan tinggi





Petunjuk pemilihan kabel tegangan tinggi

1 Ruang lingkup

Standar ini berlaku untuk kabel tegangan tinggi. Standar ini dimaksudkan untuk memberikan pedoman dalam pemilihan ukuran konduktor, tingkat isolasi dan konstruksi kabel yang akan digunakan dalam suatu sistem tiga fase arus bolak-balik pada tegangan yang lebih besar dari 1 kV. Di sini juga akan diuraikan informasi yang diperlukan untuk mempermudah dilakukannya pemilihan yang tepat.

Kecuali telah dicantumkan secara khusus dalam ayat tertentu, standar ini berlaku untuk semua jenis kabel. Untuk saat ini hanya digunakan pada tegangan arus bolak-balik, dan untuk sistem arus searah sedang dipertimbangkan.

2 Acuan

Standar ini mengacu pada:

IEC 183 (1984-01), *Guide to the selection of high-voltage cables*.

IEC 502 (1998-11), *Power cable with extruded insulation and their accessories for rated voltage from 1 kV ($U_m = 1.2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 1 : Cable for rated voltage of 1 kV ($U_m = 1.2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3.6$ kV).*

3 Definisi

Definisi berikut ini digunakan pada standar ini.

3.1

tegangan yang berkaitan dengan kabel dan lengkapannya

3.1.1

U_o

tegangan frekuensi daya efektif pengenal antara tiap konduktor dan tabir atau selubung untuk mendesain kabel dan lengkapnya

3.1.2

U

daya efektif pengenal antara dua konduktor untuk mendesain kabel dan lengkapnya.

CATATAN Besaran ini hanya berpengaruh pada desain kabel dan lengkapannya dengan medan non radial.

3.1.3

U_m

tegangan frekuensi daya efektif maksimum anatara setiap dua konduktor untuk mendesain kabel dan lengkapannya. Tegangan ini adalah tegangan tertinggi yang dapat ditahan dalam kondisi operasi normal pada setiap saat dan setiap titik dalam suatu sistem. Hal ini tidak

mencakup variasi tegangan temporer karena adanya kondisi gangguan dan terlepasnya beban besar dari sistem secara tiba-tiba.

3.1.4

Up

nilai puncak dari tegangan ketahanan impuls petir antara tiap konduktor dan tabir atau selubung untuk mendesain kabel dan lengkapannya. Kabel selanjutnya ditandai dengan U_0/U (U_m) untuk memberikan pedoman kesesuaian dengan Perangkat Hubung Bagi (PHB) dan transformator. Tabel 1 memberikan informasi ini.

3.2 Tegangan yang berkaitan dengan pada sistem di mana kabel dan lengkapannya digunakan

3.2.1 Tegangan normal sistem

Tegangan efektif fase ke fase untuk menandai sistem yang mana karakteristik operasi sistem tertentu terkait.

3.2.2 Tegangan tertinggi sistem tiga fase

tegangan efektif (r.m.s.) tertinggi fase ke fase yang terjadi pada kondisi operasi normal pada setiap saat dan pada setiap titik dalam sistem. Hal ini diluar transien tegangan (antara lain karena switsing sistem) dan variasi tegangan temporer karena kondisi sistem tidak normal (antara lain karena kondisi gangguan atau pemutusan beban yang besar secara tiba-tiba).

3.2.3 Tegangan lebih petir

Tegangan lebih fase ke bumi atau fase ke fase pada suatu lokasi tertentu pada sistem karena adanya peluahan petir atau sebab lainnya. Gelombang tegangan yang terjadi, untuk tujuan koordinasi isolasi, bentuknya sama seperti impuls standar yang ditetapkan untuk uji ketahanan impuls petir. Tegangan lebih ini biasanya uni-direaksional dan dalam durasi waktu yang singkat.

4 Kondisi operasi

Untuk menentukan desain kabel yang sesuai untuk suatu proyek khusus, maka dipersyaratkan informasi berikut ini yang berkaitan dengan kondisi operasi.

Acuan harus berdasarkan standar IEC yang relevan sesuai dengan bermacam kondisi operasi berikut ini.

4.1 Kondisi operasi

- tegangan nominal sistem;
- tegangan tertinggi sistem tiga fase;
- tegangan lebih petir;
- frekuensi sistem;

- e) jenis pembumian, dan bila netral dibumikan secara "tidak efektif", durasi maksimum yang diperbolehkan untuk kondisi gangguan bumi pada setiap satu kejadian dan durasi total per tahun;
- f) bila terminal dispesifikasi, kondisi lingkungannya harus diberikan, misalnya:
 - ketinggian diatas permukaan laut, bila diatas 1000 m;
 - instalasi pasangan dalam atau luar;
 - kemungkinan adanya polusi udara yang berlebihan;
 - terminasi dalam gardu hubung SF₆;
 - jarak bebas desain dan isolasi yang digunakan dalam cara untuk menyambung ke perlengkapan, misalnya: trafo, gardu hubung, motor dan sebagainya. Jarak bebas dan isolasi sekitar harus dispesifikasikan.
- g) arus pengenalan maksimum:
 - 1) untuk operasi kontinu (terus-menerus)
 - 2) untuk operasi siklus;
 - 3) untuk operasi berbeban lebih atau darurat, bila ada.

CATATAN Suatu kurva beban adalah penting, apabila pembebanan siklus dipertimbangkan saat menentukan ukuran konduktor.

- h) arus hubung singkat simetris dan asimetris yang akan mengalir pada saat hubung singkat terjadi di antara fase ke fase dan fase ke bumi;
- i) waktu maksimum mengalirnya arus hubung singkat.

4.2 Data instalasi

4.2.1 Umum

- a) panjang dan profil lintasan (*route*);
- b) rincian susunan peletakan kabel (misalnya, rata atau segitiga) dan bagaimana selubung logam disambungkan satu dengan lainnya dan ke bumi;
- c) kondisi peletakan khusus, sebagai contoh untuk kabel dalam air. Instalasi individual membutuhkan pertimbangan khusus.

4.2.2 Kabel bawah tanah

- a) rincian kondisi instalasi (misalnya, ditanam langsung, dipasang pada saluran (*duct*) dan lain-lain) memungkinkan diambilnya keputusan mengenai komposisi selubung logam, jenis perisai (bila diperlukan) dan jenis kebutuhan lain, misalnya anti korosi, tahan api atau anti rayap;
- b) kedalaman peletakan;
- c) resistivitas termal dan jenis tanah sepanjang lintasan yang dilalui kabel (misalnya pasir, tanah liat, tanah timbunan), dan apakah informasi ini berdasarkan pengukuran dan pemeriksaan atau hanya asumsi saja;

- d) temperatur tanah minimum, maksimum dan rata-rata pada kedalaman penanaman kabel;
- e) kedekatan dengan kabel lain yang sedang beroperasi, atau sumber panas lainnya yang ditentukan secara rinci;
- f) panjang palung (*trough*), saluran, atau jaringan pipa, dengan spasi lubang orang (*manhole*), bila ada;
- g) jumlah saluran atau pipa;
- h) diameter internal dari saluran (*duct*) dan pipa;
- i) spasi antara masing-masing saluran dan pipa, bila saluran dan pipa lebih dari satu;
- j) bahan saluran atau bahan pipa.

4.2.3 Kabel udara

- a) temperatur udara sekitar minimum, maksimum dan rata-rata yang diasumsikan;
- b) jenis instalasi (misalnya: diletakkan langsung pada dinding, rak dan seterusnya, pengelompokan kabel, dimensi terowongan, saluran atau dan sebagainya);
- c) rincian ventilasi (untuk kabel pasangan dalam, dalam terowongan atau saluran);
- d) apakah langsung terkena sinar matahari;
- e) kondisi khusus, misalnya resiko kebakaran.

5 Tingkat isolasi kabel

5.1 Pendahuluan

Selama bertahun-tahun, dua kategori tingkat isolasi (1 dan 2) telah memadai untuk menampung sistem yang berbeda yang ada di seluruh dunia.

Dalam praktek modern, sekarang harus diperhitungkan bermacam dielektrik kabel yang mempunyai kinerja tegangan-lebih berbeda, digabung dengan bertambahnya kemungkinan operasi tegangan-lebih secara luas dalam sistem baru pada kondisi gangguan bumi. Karena itu diperlukan tiga kategori sistem.

5.2 Kategori sistem

Kategori A: Di mana gangguan bumi dihilangkan secepat mungkin, dalam waktu sekitar satu menit.

Kategori B: Kategori ini terdiri dari sistem yang dalam kondisi gangguan hanya dioperasikan untuk waktu pendek dengan satu fase dibumikan. Periode ini secara umum tidak boleh lebih dari satu jam, tetapi periode yang lebih lama dapat ditolerir sesuai standar kabel yang relevan.

CATATAN Harus disadari bahwa dalam suatu sistem di mana gangguan bumi tidak secara otomatis seketika dihilangkan, stres ekstra pada isolasi kabel selama gangguan bumi mengurangi umur kabel sampai tingkat tertentu. Bila sistem diduga akan sering beroperasi dengan gangguan bumi yang permanen, sistem ini dimasukkan dalam Kategori C.

Kategori C: Kategori ini mencakup semua sistem yang tidak termasuk dalam Kategori A dan Kategori B.

Acuan harus berdasarkan standar kabel yang relevan, sebagai contoh Publikasi IEC 502 dan Publikasi IEC 55, untuk rekomendasi yang dapat diterapkan pada setiap jenis kabel.

5.3 Pemilihan tegangan Um

Tegangan Um dipilih harus sama dengan atau lebih besar dari tegangan tertinggi sistem tiga fase seperti yang ditentukan pada sub pasal 3.2.

5.4 Pemilihan tegangan Up

Nilai tegangan Up dipilih dengan atau lebih besar dari tegangan ketahanan impuls petir yang dipilih dari Publikasi IEC 71 sesuai dengan tingkat isolasi/jaringan, tingkat pengaman sistem, besar impedans surja dari jaringan saluran udara dan kabel, panjang kabel dan jarak titik loncat denyar dari terminal kabel.

6 Pemilihan ukuran konduktor

Ukuran konduktor harus dipilih dari satu ukuran standar, yang diberikan dalam standar relevan untuk konstruksi kabel. Bila tidak ada standar untuk jenis kabel yang akan digunakan, maka ukuran konduktor harus dipilih dari satu ukuran standar untuk konduktor Kelas 2 seperti yang tercantum dalam Publikasi IEC 228.

Dalam pemilihan ukuran konduktor, faktor berikut ini harus diperhitungkan:

- a) temperatur maksimum yang terjadi pada kabel dengan kondisi beban yang kontinyu, beban siklus, beban darurat dan kondisi hubung singkat yang ditentukan;

CATATAN Publikasi IEC 287 memberikan rincian, prosedur untuk kondisi beban kontinyu.

- b) beban mekanik yang dialami kabel selama pemasangan dan selama operasi;
- c) stres listrik pada isolasi. Suatu konduktor dengan diameter yang kecil yang dibuat dari suatu bahan yang luas penampangnya kecil, akan tidak mampu menerima stres listrik yang tinggi pada isolasinya.

7 Terminasi

Desain terminasi tergantung pada nilai tegangan frekuensi daya dan tegangan ketahanan impuls yang disyaratkan (yang dapat berbeda dari yang disyaratkan untuk kabel), tingkat paparan polusi udara dan ketinggian posisi terminasi tersebut.

7.1 Tingkat isolasi untuk tegangan frekuensi-daya dan tegangan impuls

Pemilihan dilakukan setelah mempertimbangkan faktor yang diberikan pada pasal 5 dan sub pasal 7.2 dan 7.3.

7.2 Polusi udara

Tingkat paparan polusi udara menentukan jarak rambat minimum dan jenis bahan isolasi yang akan digunakan untuk terminasi ujung kabel.

7.3 Ketinggian dari permukaan air laut

Massa jenis udara pada tempat tinggi adalah lebih rendah dibandingkan di permukaan laut. Kuat listrik udara menurun dan jarak bebas udara yang cocok pada permukaan laut, akan tidak cocok pada tempat yang lebih tinggi. Nilai kuat tembus dan nilai loncat denyar minyak dari terminasi tidak dipengaruhi oleh ketinggian. Terminasi yang mampu memenuhi uji ketahanan impuls yang disyaratkan pada kondisi udara standar cocok untuk digunakan pada ketinggian di bawah 1000 meter. Untuk memastikan bahwa persyaratan terpenuhi untuk tempat yang lebih tinggi, maka jarak bebas udara dispesifikasikan secara normal harus dinaikkan dengan jumlah yang tepat.

Tabel 1 Hubungan antara U_0/U dan (U_m)

Tegangan pengenalan kabel dan lengkapannya	Tegangan nominal system		Tegangan tertinggi untuk perlengkapan
U_0 (kV)	U (kV)		U_m (kV)
1,8	3		3,6
3	3		3,6
3,6	6		7,2
6	6		7,2
6	10		12
8,7	10		12
8,7	15		17,5
12	20		24
18	30	33	36
26	45	47	52
36	60	66	72,5
64	110	115	123
76	132	138	145
87	150	161	170
127	220	230	245
160	275	287	300
190	330	345	362
220	380	400	420
290	500		525
430	700	750	765









BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id